

탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 중학교 기하영역의 지도계열에 관한 연구¹⁾

류 희 찬 (한국교원대)

정 보 나 (충북오창중)

I. 서 론

우리 나라 중학교 기하교육과정은, 1학년에서는 직관기하, 2, 3학년에서는 형식기하인 평면논증기하를 다루고 있는데, 직관기하와 형식기하를 극단적인 이원론적 체계로 다룸으로써 기하학의 두 가지 측면이 단절되는 점과, 연역적 체계를 논리의 완성으로 보고 평면논증기하의 형식적인 취급만을 강조하는 문제점을 가지고 있다(나귀수, 1996). 1학년에서 다루고 있는 직관기하는 2, 3학년에서 다룰 평면논증기하를 위한 수단으로서만 다루어지고 있고, 평면논증기하는 재발견과정이 생략된 채, 추상화되고 형식화된 증명을 암기하도록 강요하고 있다. 따라서 학생들은, 기하학을 뛰어난 능력이 있는 사람만이 할 수 있는 과목이며, 실생활과 별 관련이 없는 증명 위주의 과목이라는 잘못된 인식을 갖고 있다. 이로 인해 학교수학에서 기하교육은 그 중요성에도 불구하고, 학생들에게 가장 어렵고 흥미 없고 부담스러운 부분으로 인식되고 있다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서는, 형식기하의 연역적 증명활동만을 강조할 것이 아니라 탐구하고 추측하며 가설을 설정하는 비형식적 활동도 강조해야 하며, 연역적 증명활동과 비형식적 활동이 통합되어 같은 정도로 다루어져야 하고, 학생들 스스로 발견하는 귀납적인 활동이 연역적 증명의 과정에 앞서 강조되어야 한다(류희찬 외, 1998). 그러나 지필 환경에서는 귀납적인 활동을 하는 데 방법적인 한계가 있는바, 이러한 방법적인 한계를 해결하고

1) 본고는 한국학술진흥재단이 지원하는 1998년도 대학부설연구소 지원 연구 과제인 「창의성 신장을 위한 컴퓨터 통합 수학교육과정 개발에 관한 연구」의 2차년도 보고서(미간행)의 일부를 간추린 것이다.

다양한 활동과 새로운 문제를 제시하여 기하교육을 풍요롭게 할 수 있는 방법중의 하나가 컴퓨터의 활용이다(신동선 & 류희찬, 1998).

기하 교육에서 컴퓨터의 활용은 학습 내용을 전체적인 시각을 통해 파악하도록 도와주기 때문에, 기하 개념을 지도하는 데 좀 더 직관적인 방법을 택할 수 있으며, 컴퓨터의 그래픽 기능이나 계산처리 능력을 이용하여 추정하거나 탐구하는 활동에 초점을 맞출 수 있고, 컴퓨터 언어를 이용한 프로그램 자체가 논리적 추론 과정이므로 프로그래밍 활동은 논리적 사고력을 향상시킬 수 있다. 또한 컴퓨터를 이용한 변환기하의 도입은 학생들로 하여금 기하를 매우 매력적이고 역동적인 과목으로 간주하게 만들고, 적절한 소프트웨어를 활용하면 기하나 다른 과목의 아이디어를 통합시킬 수 있다(류희찬, 1991).

컴퓨터를 활용하여 기하교육을 개선하기 위해서는 기하학습을 위한 소프트웨어의 선택이 매우 중요하다. 현재 중학교 기하 학습에서 사용되고 있는 탐구형 소프트웨어로 평면도형을 다룰 수 있는 Cabri-geometry II(Cabri II)와 Geometer's Sketchpad(GSP)가 있고 입체도형을 다룰 수 있는 Wingeom와 Ploy를 들 수 있다. Cabri II와 GSP는 작도기능, 변환기능(평행이동, 대칭이동, 닮음이동, 회전이동), 반복기능(매크로, 스크립트), 표현기능, 측정기능, 끌기기능이 있다. 끌기기능은 도형의 모양이나 크기를 변형시켜 관찰하면서, 일반적인 성질이나 법칙을 발견하는 귀납적 탐구 활동을 가능하게 해주는 기능이다. 입체도형을 다룰 수 있는 소프트웨어인 Wingeom와 Ploy는 정다면체뿐만 아니라 다양한 입체도형을 간단하게 구현할 수 있으며, 입체도형과 평면도형을 연결하여 공간감을 키울 수 있는 소프트웨어이다.

Cabri II나 GSP와 같은 탐구형 소프트웨어는 기하학적 이론들을 추측하고 검증하는데 활동적이고 시각적인 도움을 줄 뿐 아니라, 학생들이 스스로의 지식을 구성하는 데 활동적으로 참여할 수 있는 귀납적 접근 방법을 제공한다(Tall, 1994; 신동선 & 류희찬, 1998). 또한 Cabri 환경은 기하학적 그림의 직접적인 조작을 통해 그림들의 불변성에 대한 연구인 개념화 과정을 볼 수 있게 해주며, 추측을 자극함으로써 수업에서의 변화를 도와주고, 증명과 논박 사이의 변증법적 관계의 부활에 기여할 수 있다(Balacheff & Kaput, 1996).

국내에서도 Cabri II와 GSP를 활용한 교수-학습 지도방안에 대한 연구가 활발하다. 이정열(1999)은 GSP를 활용하여 만든 중학교 기하학습 자료를 평면 기하 학습 지도에 적용했을 때, 수준별 이동수업의 기본 반에 효과가 있었으며, GSP를 활용한 학습자료를 성취 수준별 집단의 특성에 맞게 적용하면 평면도형에 대한 어려움을 완화시켜 주고, 기하학습에 흥미를 갖게 하여 수학적 소양을 기르는 데 도움을 줄 수 있다고 주장했다. 또 Cabri II를 이용하여 개발한 초등학생용 평면도형 학습자료가 흥미도와 이해도 관점에서 80% 이상의

학생과 교사의 긍정적인 반응을 얻고 있다(임근광, 1999).

그러나 이러한 연구들을 분석해보면 개발한 자료들은 현행 교과서를 재구성한 것으로서, GSP를 활용한 탐구학습 신장을 위한 연구에서 제시된 새로운 모델이 기존의 교육과정과 맞지 않는 부분이 많기 때문에, 교사는 기존의 교육과정에 따라 소프트웨어를 활용할 경우, 제한적으로 활용하거나 완전히 새롭게 교과 과정의 재구성 할 필요가 있다(전영국 & 주미, 1998). 소프트웨어를 활용함으로써, 교과서에서 다루는 고전적인 문제들이 쓸모 없어지고, 새로운 수준의 활동이나 추론의 영역과 같이 지필 환경에서 가능하지 않았던 문제들을 다룰 수 있기 때문에, 기하 영역에서 교육과정 구성 및 계열자체가 연구의 대상이 되고 있다(Balacheff & Kaput, 1996). 또 류희찬(1998)은 컴퓨터가 통합된 수학교육과정 개발이 필수적이며 현행 수학교육과정의 내용들이 대폭 정선될 필요가 있고, 컴퓨터를 활용함으로써 불필요한 내용, 강화될 내용, 약화될 내용에 대한 체계적인 논의가 시급히 이루어져야 함을 강조하고 있다.

탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 중학교 기하교육과정의 지도계열에 관한 연구는 국내에서 시도된 바가 없다. 본 연구자는 탐구형 소프트웨어를 활용에 따른 기하교육과정의 지도계열에 관한 연구와 더불어 학교 수업에서 컴퓨터를 활용할 수 있는 기하 교재의 단원 개발이 필요하다고 생각한다.

따라서 본 연구는 학생들에게 기하학적 직관력과 추론 능력을 키우고 기하에 대한 긍정적인 태도를 갖게 하며, 교사들에게 기하를 지도하는 데 도움을 주고자, 제 6차, 7차 및 외국의 중학교 수학교육과정내 기하영역의 계열을 고찰하고 탐구형 소프트웨어인 CabriII와 GSP, Wingeom와 Ploy의 특성을 고찰하여, 새로운 지도계열안을 개발하며, 이를 토대로 단원을 선정하여 교사들이 활용할 수 있는 예시단원을 개발하고자 한다.

II. 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 지도계열안 및 예시단원 개발

이 장에서는 지도계열안 개발 방향, 개발 절차를 설정하고 지도계열안의 초안을 개발한다. 또 개발된 지도계열안에 의해 예시단원의 개발 방향, 구성체계를 설정하여 예시단원 초안을 구성한다. 개발한 지도계열안과 예시단원을 현직 교사를 대상으로 투입(워크샵, 설문조사)하여 결과를 분석한다.

1. 지도계열안 초안 개발

1) 지도계열안 개발 방향

지도계열안은 탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하학적 직관력과 논리적 추론 능력을 향상시키기 위해, 우선 직관기하와 형식기하를 연결하는 비형식적인 활동을 제시하고 비형식적인 활동과 연역적 증명 활동을 같은 비중으로 다룬다. 또한 구체적인 조작활동과 탐구활동, 소집단 활동을 통하여 형식기하의 추상적인 정리나 성질을 스스로 추측하고 탐구하며 증명하도록 구성한다. 1학년에서 다루는 입체도형 단위에서는 공간의 중요성을 인식하고 공간지각력을 기르기 위해 입체도형의 전개도와 겨냥도, 단면도 등 입체도형의 관찰 활동을 강조한다. 이런 관찰 활동을 토대로, 1학년에서 현재 분리되어 있는 평면도형과 입체도형을 통합하기 위해, 입체도형에서 출발하여 평면도형으로 자연스럽게 연결될 수 있도록 구성한다. 또한 지필 환경에서 다룰 수 없었던 변환(평행이동, 회전이동, 대칭이동, 닮음이동) 및 재귀절차(Recursion : 프랙탈기하)의 주제를 삽입시켜 구성한다. 그리고 실생활에서 사용되는 기하적 모양의 예들을 찾아보고 다양한 기하학적 모양을 만드는 활동을 통해, 수학의 아름다움을 느낄 수 있도록 구성한다.

2) 탐구형 소프트웨어를 활용한 지도계열안 개발 절차

(1) 주제 선정

탐구형 소프트웨어의 특성과 기능을 바탕으로, 중학교 기하영역을 범주화할 수 있는 주제를 선정하였다. 선정된 5가지 주제는 작도 및 성질, 변환, 측정, 반복, 표현이다.

(2) 소주제 결정

주제별 소주제는 제 6차, 제 7차 교육과정 및 현행 교과서, 외국의 교육과정을 비교 분석하여, 탐구형 소프트웨어를 도입하였을 때, 학습이 가능한 주제들을 선정하였다.

가. 작도 및 성질

- 도형의 기본 요소 (1차원 : 점, 선, 각)
- 평면도형 (2차원 : 삼각형, 사각형, 다각형, 원-자와 컴퍼스를 이용한 작도: 선분의 수직이등분선, 각의 이등분선)
- 입체도형 (3차원: 각기둥, 각뿔, 원기둥, 원뿔, 구, 다면체)

나. 변환

- 도형의 닮음 (닮음이동)
- 도형의 합동(평행, 회전, 대칭이동, 테셀레이션)

다. 측정

- 각(동위각, 엇각, 맞꼭지각, 예각, 직각, 둔각)
- 평면도형(길이, 높이, 둘레, 넓이)
- 입체도형(겉넓이, 부피)

라. 반복(매크로, 스크립트)

- 다양한 모양 만들기
- 시어핀스키 삼각형
- 코흐 곡선
- 시어핀스키 카펫

사. 표현(비교)

- 위치관계 (평면도형의 관찰, 입체도형의 관찰)
- 수식표현

(3) 주제별 지도계열안 초안 개발

학년 배정 기준과 소주제에 반영될 내용 요소들을 국내외 교육과정과 교과서 분석을 통해 선정하였으며, 지도계열안의 개발 방향을 근거로 각각의 요소들을 학년 배정하였다.

가. 학년 배정의 기준

1학년에는 관찰과 측정을 위주로 한 비형식기하를, 2· 3학년에는 탐구와 연역적인 증명 활동을 위주로 한 형식기하를 배정하였다. 세부적인 사항은 다음과 같다.

- 1학년 : 평면도형과 입체도형의 관찰
 평면도형과 입체도형의 종류 및 정의
 평면도형과 입체도형의 측정
- 2학년 : 평면도형의 공리, 평면도형의 성질 및 증명 1
 도형의 변환(합동, 닮음)
- 3학년 : 평면도형의 성질 및 증명2
 평면도형의 관계
 도형의 반복 및 변환

나. 소주제의 내용 요소분석표 및 학년 배정

소주제별로 내용 요소를 분석한 다음, 위의 배정 기준을 근거로 학년을 배정하였다.(<표 1>, <표 2>, <표 3> 참조)

<표 1> 기본개념, 평면도형, 입체도형, 작도의 요소분석표

	소주제	학년		
		1	2	3
기본 개념 (1차원개념)	1차 기본 요소들로 만들 수 있는 관계 분석하기	○		
	반직선, 반지름, 대각선, 지름, 높이, 빗변을 확인하고 정의하기	○		
도형 (2차원개념)	평행사변형, 마름모	○	○	
	사다리꼴	○	○	
	삼각형	○	○	
	직각삼각형	○	○	
	정삼각형, 이등변삼각형	○	○	
	평면도형을 이용하여 패턴을 확인하고 완성하고 창조하기		○	
	평면도형간의 본질적인 관계를 분석하고 수 패턴을 이용하여 표현하기		○	
입체도형 (3차원개념)	3차 도형의 구성 요소 분석하기	○		
	3차 도형들간의 본질적인 관계를 분석하고 수패턴을 이용하여 표현하기	○		
자와 컴퍼스를 이용한 작도	자취를 이용하여 선분의 수직이등분선과 각의 이등분선을 정의하고 확인하기	○		
	선분의 수직이등분선과 각의 이등분선의 성질을 확인하고 증명하기	○	○	
	지필 환경에서 자와 컴퍼스를 이용하여 작도하고 컴퓨터를 통하여 작도하기	○		

2. 예시단원 개발

1) 예시단원 개발 방향

기하 수업시간에 교사와 학생 모두 느끼는 어려움을 탐구형 소프트웨어를 활용하여 좀 더 효율적인 학습이 되도록 하기 위한 예시단원을 다음과 같은 방향에 의해 개발한다.

- ① 개발한 지도계획안의 단원 순서와 시간수를 따른다.
- ② 실생활과 관련된 문제와 주제들을 도입하여 학생들 스스로 흥미를 가지고 탐구할 수 있도록 한다.
- ③ 탐구형 소프트웨어의 사용법에 관한 시간을 따로 배정하지 않고, 1학년에서 다각형과 원의 학습을 통해서 자연스럽게 사용법을 학습할 수 있도록 시간을 배당한다.

<표 2> 각, 합동, 닮음, 길이, 넓이의 요소분석

	소주제	학년		
		1	2	3
각	직각과 평각, 예각, 둔각	○		
	합동각, 맞꼭지각, 동위각, 엇각	○		
합동	도형의 부분들을 비교하여 합동을 추정하고 증명하기	○		
	하나의 도형을 수직, 수평방향으로 평행이동하고 또 변을 결합하여 평행이동하기	○		
	하나의 도형을 시계방향, 반시계방향으로 한 점을 중심으로 1/4, 2/4, 3/4, 4/4만큼 회전하기		○	
	축을 중심으로 선대칭 위치에 있는 도형을 만들기	○		
	선대칭도형을 구별하기	○	○	
	특별한 방향의 열이 주어졌을 때 변환을 수행하기		○	
	변환을 사용하여 조각 패턴을 계속하여 창조하기		○	
	평행, 회전, 닮음, 대칭이동하기		○	
	이동을 결합하여 변환하기		○	
	둘 또는 그 이상의 도형들을 사용하여 직사각형을 모자이크하기	○	○	
	테셀레이션할 수 있는 도형을 구별하고 이유를 설명하기	○	○	
	테셀레이션 만들기		○	○
닮음	도형의 축소하고 확대하기		○	
	닮은 도형의 변과 각 비교하기		○	
	축적도에 닮은 도형의 성질을 적용하기		○	
길이	도형의 둘레를 계산하기			
	정다각형, 비정다각형	○		
	합성도형들	○		
	반지름이나 지름이 주어진 도형의 둘레를 계산하기	○		
	조건이 주어진 합성도형의 둘레를 계산하기	○		
	정다각형이나 직사각형의 둘레가 주어졌을 때 넓이를 구하기	○		○
	한 삼각형의 밑변과 높이를 결정하고 측정하기	○		
	피타고라스 정리를 사용하여 빗변의 길이를 구하기			○
넓이	도형의 넓이를 추정하고 넓이를 구하기 위해 공식을 사용			
	직사각형	○		
	평행사변형, 마름모		○	
	사다리꼴		○	
	삼각형	○		○
	원	○		○
	합성도형들		○	
	입체도형 중 원기둥, 각기둥, 각뿔, 원뿔의 겉넓이	○		

<표 3> 부피, 도형의 관찰, 프랙탈 기하의 요소분석

	소주제	학년		
		1	2	3
부피	각기둥, 각뿔	○		
	원기둥, 원뿔	○		
	구	○		
평면도형의 관찰	평면도형의 위상적 성질	○		
	직선과 직선의 위치관계	○		
	한붓그리기	○		
	꼭지점과 변으로 이루어진 도형	○		
입체도형의 관찰	입체도형의 내부와 외부	○		
	입체도형의 전개도	○		
	입체도형의 겨냥도, 단면도	○		
	면, 모서리, 꼭지점 사이의 관계	○		
	다면체, 정다면체	○		
프랙탈 기하	회전체	○		○
	시어핀스키 삼각형, 시어핀스키 카펫 만들기	○	○	
	코흐 눈송이 만들기		○	
	실생활과 관련된 예들을 찾아보고 만들어보기		○	○

④ 탐구형 소프트웨어를 활용하는 단원은 필요한 소프트웨어의 기능과 활동 예제들을 마지막에 넣는다.

⑤ 탐구형 소프트웨어를 수업전부 활용하는 경우, 학생들 개개인이 컴퓨터를 가지고 탐구할 수 있는 컴퓨터 환경을 전제로 한다.

2) 예시단원 구성체계 설정

단원개발 방안 모색을 위해 수집한 자료를 분석하여 다음과 같이 구성체계를 설정하였다.

- ① 학습 목표 제시
- ② 문제상황 제시 : 학생들의 동기와 흥미를 유발할 수 있는 상황이나 문제를 제시한다.
- ③ 작도 및 탐구활동 : 학생들 스스로 작도하고 조작활동을 통해 도형의 성질을 추측할 수 있도록 발문을 제시하고 추측한 사실을 표현하는 활동으로 구성한다.
- ④ 논의 및 결론 : 발견한 사실이나 추측한 사실을 소집단활동을 통한 의사 소통에 의해 합의된 결론에 도달하도록 한다.
- ⑤ 심화 탐구 : 단원의 주제와 관련되는 다양한 분야의 탐구문제와 일반화할 수 있는 탐구과제를 제시함으로써 발산적 사고를 할 수 있도록 한다.

3) 예시단원 초안 개발

예시단원으로 중학교 2학년 지도계열에서 대단원인 도형의 합동의 중단원인 테셀레이션 중 소단원인 테셀레이션이 가능한 도형을 선정하였다.

3. 개발한 자료에 대한 교사의 반응 분석

개발한 지도계열안과 예시단원 초안을 교사들에게 투입하여 반응을 조사하고 이를 분석하였다.

1) 설문 대상

수학교육을 전공하고 있는 석, 박사과정의 중등 현직 교사 30명을 설문대상으로 하였다.

2) 검사 도구 및 검사 문항의 구성

검사도구는 이성애(1999)의 수학 클럽활동 자료 개발 연구와 임근광(1999)의 초등 기하학 수업에서 CabriII의 활동에 대한 연구의 교사 설문지를 참고로 하여 연구자가 직접 작성하였으며 전문가의 자문을 얻은 후, 이를 수정 보완하여 본 연구의 검사 도구로 확정하였다.

3) 자료의 분석

(1) 탐구형 소프트웨어의 활용 여부

수학 수업에 탐구형 소프트웨어(Cabri, GSP, Wingeom)를 활용해 본 경험을 묻는 질문에, 60%의 교사가 사용한 경험이 있다고 답하였다. 정리하면 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 수학수업에 탐구형 소프트웨어의 활용경험 단위 : 명(%)

있다	없다	계
18(60)	12(40)	30(100)

(2) 지도계열 초안과 예시단원 초안의 적합성 여부와 그 이유

가. 지도계열 초안

① 지도계열 초안의 적합성 여부

지도계획 초안의 적합성을 묻는 질문에 ‘매우 효과적으로 구성되었다.’ 또는 ‘대체로 효과적이다.’라고 응답한 교사는 26명(약 87%)으로 대체로 긍정적인 반응을 보이고 있다. 분석 결과를 정리하면 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 지도계획 초안의 적합성 여부 단위 : 명(%)

매우 효과적으로 구성됨	대체적으로 효과적임	보통임	별로 효과적이지 못함	전혀 효과적이지 못함	계
2(6.67)	24(80)	3(10)	1(3.33)	0	30(100)

② 지도계획 초안이 효과적으로 구성된 이유

지도계획 초안이 효과적·대체로 효과적이라고 응답한 교사 26명 중 19명(약 73%)은 ‘탐구형 소프트웨어의 특성을 활용하여 기존의 지필 환경에서는 다룰 수 없었던 주제들을 다룸으로써 학생들에게 사고의 폭을 넓혀줄 수 있을 것 같아서’라고 답했으며, ‘기존의 지필 환경에서 다루기 어렵던 입체도형을 탐구형 소프트웨어를 활용하여 탐구하고 공간에 대한 인식과 공간지각력을 키우도록 하는 활동을 함으로써 기존 입체도형과 평면도형의 분리되어 있던 체계를 연결시킬 수 있을 것 같아서’라고 답한 사람이 응답자의 50%를 차지하고 있다. 교사들이 기존의 기하학습에서 입체도형을 지도하는 데 어려움을 느끼고 있는 것으로 분석된다. 기타에는 증명된 명제를 직접 눈으로 확인함으로써 학습의 신뢰도를 얻을 수 있다는 답변이 나오기도 했다. 정리하면 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 지도계획 초안이 효과적으로 구성된 이유 단위 : 명(%)

탐구형 소프트웨어의 특성을 활용하여 기존의 지필 환경에서는 다룰 수 없었던 주제(변환, 반복)들을 다룸으로써 학생들에게 사고의 폭을 넓혀줄 수 있다.	19(73.08)
기존의 교육과정에서 형식기하를 위한 도구로서 다루던 직관기하를 전학년대에 걸쳐 다룸으로써 직관기하와 형식기하를 연결시키고 형식기하의 어려움을 완화시킬 수 있다.	11(42.31)
기존의 지필 환경에서 다루기 어렵던 입체도형을 탐구형 소프트웨어를 활용하여 탐구하고 공간에 대한 인식과 공간지각력을 키우도록 하는 활동을 함으로써 기존 입체도형과 평면도형의 분리되어 있던 체계를 연결시킬 수 있다.	13(50)
지도 계획이 쉬운 수준에서부터 어려운 수준으로 전개되어 학생들에게 흥미를 유발시킬 수 있고 사고를 점차 확장해 나갈 수 있도록 구성되어 있다.	5(19.23)
기타	1(3.85)

③ 지도계획 초안이 효과적이지 못한 이유

지도계획 초안이 효과적이지 못하다고 답한 교사는 1명(약 3%)으로 소프트웨어의 활용이 논리적 추론 능력을 키우는 데 방해가 된다고 생각하는 것으로 나타났다.

개발한 지도계획안이 보통이라고 응답한 교사 3명(약 10%)은 소프트웨어의 도입과 활용이 직관력에는 도움을 주지만 추론능력에는 도움이 되지 않는다는 생각을 갖고 있으며 소프트웨어의 사용법에 대한 사전교육으로 인해 수업 손실을 걱정하고 있는 것으로 분석되었다.

나. 예시단원 초안

① 예시단원 초안의 적합성 여부

예시단원 초안의 적합성을 묻는 질문에 대해 ‘매우 적합하다’고 응답한 교사가 3명, ‘적합하다’고 응답한 교사가 20명으로, 23명(약77%)의 교사가 대체로 긍정적인 반응을 하였다. 분석 결과는 다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 예시단원 초안의 적합성 여부 단위 : 명(%)

매우 적합함	적합함	보통임	별로 적합하지 못함	전혀 적합하지 못함	계
3(10)	20(66.67)	5(16.67)	2(6.67)	0	30(100)

② 예시단원 초안이 학습하기에 적합하지 않은 이유

“개발한 내용이 학습하기에 별로 적합하지 않다”고 응답한 교사는 2명(약 7%)이었고 그 이유로는 현실적인 문제(학교 환경의 컴퓨터 시설 미비와 교사의 연수 및 훈련 부족)와 흥미 위주의 단순 내용의 지나친 부각 등을 들고 있다. 또 “학습하기에 보통이다”라고 답한 교사는 5명(약17%)으로 그 이유 역시 현실적인 문제와 관련이 있음을 알 수 있었다. 이 분석 결과 교사들은 현실적인 문제에 대한 고려와 보완, 지원의 필요성을 인식하고 있음을 알 수 있었다.

③ 예시단원 초안이 학습하기에 적합한 이유

예시단원 초안이 학습하기에 적합한 이유를 분석한 결과는 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 예시단원 초안이 학습하기에 적합한 이유 단위 : 명(%)

탐구형 소프트웨어를 활용함으로써 기존 지필 환경에서 다룰 수 없었던 다양한 주제들을 접함으로써 기하 학습에 대한 관심과 흥미를 유발할 수 있다.	17(73.91)
실생활과 관련이 있는 문제 상황을 제시함으로써 학생들 스스로 학습에 적극 참여하도록 유도할 수 있다.	4(17.39)
작도 및 탐구활동을 통해 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 신장시킬 수 있다.	6(26.09)
결론을 제시하여 암기하도록 하는 것이 아니라 토의 및 결론 짓기를 통해 학생들 스스로 결론을 이끌어 내도록 하는 활동을 함으로써 추측하고, 증명의 필요성을 인식함으로써 형식기하와 자연스럽게 연결시킬 수 있다.	5(21.74)

“개발한 예시단원 내용이 학습하기에 적합하다”고 응답한 교사 23명 중 적합한 이유를 묻는 질문에 17명(약74%)이 “탐구형 소프트웨어를 활용함으로써 기존 지필 환경에서 다룰 수 없었던 다양한 주제들을 접함으로써 기하 학습에 대한 관심과 흥미를 유발할 수 있을 것 같아서”라고 답함으로써, 탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하 학습에 흥미와 관심을 유발할 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. “작도 및 탐구활동을 통해 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 신장시킬 수 있을 것 같아서”라는 응답이 6명(약27%)이었고 “실생활과 관련이 있는 문제상황을 제시함으로써 학생들 스스로 학습에 적극 참여하도록 유도할 수 있을 것 같아서”라는 응답은 4명(17%)이었다. 이 결과를 통해 실생활 관련 문제를 예시단원 내용구성 시에 좀 더 많이 삽입해야 할 것으로 분석되었다.

(3) 지도계열의 수학 수업에의 활용 여부

개발한 지도계열을 수학 수업에 활용할 의사가 있는지를 묻는 질문에 23명(약77%)의 교사가 활용할 의사가 있다는 긍정적인 대답을 하고 있다. 또 “생각해 보겠다”는 응답자는 7명(약29%)이었다. 7명의 교사는 대부분 학교 환경이나 교사 연수 그리고 소프트웨어의 구입에 관한 비용 문제 등 현실적인 문제로 고민하고 있다는 것을 알 수 있었다. 분석 결과를 정리하면 다음 <표 9>과 같다.

<표 9> 지도계열의 수학 수업에의 활용 여부 단위 : 명(%)

있다	없다	생각해 보겠다	계
23(76.67)	0	7(23.33)	30(100)

(4) 지도계열 초안과 예시단원 초안의 개선점

① 지도계열 초안의 개선점

지도계열 초안의 개선점으로는 단원의 축소 및 통합과 삭제 등의 답변이 가장 많았고 새로운 단원이나 주제(벡터, 변환)등을 도입할 때 신중한 검토가 필요하다는 답변이 많았다. 지도계열 초안에 추가하고 싶은 단원이나 주제는 실생활과 관련된 내용과 극한 개념을 미리 경험하기 위한 축소의 반복, 다른 영역(물리학, 천문학, 생물학 등)과의 연결성이 강조된 주제 등을 들고 있다. 지도계열 초안의 문제점과 개선점을 정리하면 다음 <표 10>과 같다.

② 예시단원 초안의 개선점

예시단원 초안의 문제점과 개선점을 정리하면 다음 <표 11>과 같다.

<표 10> 지도계획 초안의 문제점과 개선점

문제점	개선점	응답수
· 단원의 분량이 너무 많음	· 공통된 내용의 단원을 축소, 통합해야 함 · 필요 없는 부분의 과감한 삭제가 필요함	15명
· 컴퓨터 조작법을 익힐 시간이 배정되지 않았다.	· 컴퓨터 사용법 및 사전 지식과 기초 학습을 위한 시간이 마련되어야 한다.	2명
· 벡터나 다각형의 변환 등 새로운 단원의 도입에 관한 전반적인 사항과 깊이 관해 언급되어 있지 않다.	· 새로운 단원의 도입에 좀더 신중했으면 좋겠다.	6명
· 형식기하에 소홀할 우려가 있다.	· 형식기하에 좀 더 초점을 맞춰서 지도 계열이 구성되었으면 좋겠다.	3명
· 분량이 많아짐에 따라 수업시간 확보에 문제가 있을 것 같다.	· 단원의 배당 시간을 명기하고 제6차 교육과정과 비교를 하는 것이 현실적일 것 같다.	1명

“연역적 증명 부분을 소홀히 다루고 있다.”, “입체도형에 관한 내용이 다양하지 못하다.”는 지적은 개발한 예시단원이 테설레이션으로 활동위주의 학습 내용이었기 때문이라고 분석된다. 개발한 예시단원 초안의 개선점에는 주로 현실적인 문제, 즉 학교 시설과 관련하여 모든 학생들이 컴퓨터를 직접 사용할 경우와 교사가 도구로서 일괄적으로 보여주는 경우 등 다양한 경우에 대한 구성이 달라져야 하고, 직접 교실에서 사용 가능한 형태의 자료를 원하고 있음을 알 수 있었다. 또한 새로운 용어의 도입에 대해 신중해야 한다는 지적이 있었다. 개발한 예시단원 초안에 추가하고 싶은 내용은 논리 부분의 강조, 실생활과 관련이 있는 내용, 기하학의 기본 공리의 도입 및 각 예시단원에 접근 가능한 인터넷 홈페이지를 기입했으면 좋겠다는 의견 등이 있었다.

<표 11> 개발된 예시단원 초안의 문제점과 개선점

문제점	개선점	응답
· 테설레이션이란 용어가 생소하고 어렵다.	· 용어 선택을 우리말로 바꾸면 좋겠다.	2명
· 현실적인 문제(소프트웨어의 구입, 컴퓨터 시설, 교사의 자질문제)로 인해 의도된 목표를 달성할 수 없을 것 같다.	· 학교의 시설(학생들이 사용할 수 있는 컴퓨터의 사용대수와 소프트웨어의 구입) 및 교사의 연수 문제와 관련하여, 내용의 다양한 구성이 필요하다.	6명
· 학습 분량이 많아지고 활동이 많아지므로 시간이 더 배당되어야 할 것 같다.	· 현실적으로 기하의 시간 배당이 늘지 않기 때문에 단원의 시간 배당을 더 세밀하게 표시해야 할 것이다.	1명
· 연역적 증명 부분을 소홀히 다루고 있다.	· 연역적 증명은 기하교육에 중요한 부분이므로 강조해서 지도할 필요가 있다.	1명
· 입체도형에 관한 내용이 다양하지 못하다.	· 입체도형에 관한 내용이 다양하게 구성되어야 한다.	1명
· 탐구 및 작도활동을 통한 학습을 기존의 평가 문항을 가지고 평가한다면 문제가 있을 것 같다.	· 컴퓨터를 활용한 수업에 관한 평가 문항도 고려해야 한다.	1명

III. 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 지도계획안 개발

이 장에서는 설문분석 결과를 토대로 개발한 초안을 수정, 보완하여 중학교 기하영역의 지도계획안과 예시단원을 제시한다. 개발한 지도계획안과 초안을 비교하여 초안의 문제점을 어떻게 수정, 보완했는지를 제시한다. 또한 지도계획안과 제6차 교육과정을 비교 분석한다. 그리고 지도계획안의 활용을 돕기 위해 탐구형 소프트웨어의 종류와 탐구형 소프트웨어의 활용정도, 단원의 시간 배당 등을 제시한다.

1. 1학년 지도계획안

1) 지도계획안

도형의 관찰

① 입체도형의 관찰

§1. 전개도, §2. 입체도형의 겨냥도, 단면도, §3. 입체도형의 위치관계-직선, 평면, §4. 오일러의 공식

② 평면도형의 관찰

§1. 단일폐선-다각형, 원, 이외 것들, §2. 한붓그리기

평면도형

① 기본도형

§1. 점, 선, 면, §2. 점과 직선의 위치관계, §3. 직선과 직선의 위치관계-각, 평행선, §4. 평행선의 성질

② 다각형

§1. 삼각형, §2. 사각형, §3. 다각형, §4. 반복에 의한 도형 만들기,

③ 원

§1. 원의 위치관계, §2. 원과 부채꼴, §3. 원과 중심의 자취, §4. 컴퍼스와 자를 이용한 작도, §5. 컴퍼스를 사용하여 반복에 의한 도형 그리기

입체도형

① 입체도형

§1. 다면체, §2. 정다면체, §3. 회전체

② 입체도형의 측정

§1. 다면체의 측정, §2. 회전체의 측정

2) 지도계획안과 제6차 교육과정과의 비교 분석

1학년의 기하는 직관기하(비형식기하)에 대한 것으로 이미 초등학교에서 학습한 내용들을 복습하는 수준이다. 직관기하는 형식기하로 연결되기 때문에 매우 중요하며 형식기하를 학습하기 위한 기초단계로서 좀더 조작적이고 직관적인 방법을 택하여 도형의 성질을 유추할 수 있도록 배열하여야 한다.

제 6차 교육과정의 기하영역은 대단원인 평면도형, 입체도형, 도형의 관찰로 구성되었다. 이것은 기하와 위상을 구분한 것인데, 중학교 학생들에게 지도하는 경우, 위상과 기하를 구분할 필요가 없고 개발 방향에 근거하여, 도형의 관찰을 평면도형과 입체도형 앞으로 배치하고 도형의 관찰을 한 후 평면도형, 입체도형 순으로 학습하도록 구성하였다.(〈표 12〉 참조) 도형의 관찰은 입체도형의 관찰, 평면도형의 관찰 순으로 배열하여 공간도형에서 평면도형으로 연결·학습하도록 하였다.

또 다른 차이점은 제 6차 교육과정의 평면도형의 중단원인 도형의 작도와 합동이 없어지고, 중단원인 원에서 작도는 컴퍼스와 자를 이용한 작도라는 소단원으로 이동하였고, 도형의 합동은 2학년에 있는 도형의 합동 단원으로 이동하였다. 1학년에서 도형의 합동을 배우고 있지만, 2학년에서 도형의 성질을 학습하기 전에 복습을 해야 하고 또한 1학년에서 도형의 합동의 학습 후에 그 내용이 사용되지 않기 때문에, 도형의 합동을 2학년에 배열하였다. 그리고 중단원인 원은 원과 중심의 자취, 반복에 의한 도형 그리기 등의 소단원을 삽입하였고 원의 위치관계는 중 3에서 중 1로 이동하여 도형의 관찰에 통합하였다.

입체도형은 공간 지각력을 향상시키기 위해 매우 중요하지만 기존의 교육과정에서는 그 중요성에 비해 비중이 적었다. 그 이유는 입체도형을 다룰 도구가 부족했기 때문이라고 생각한다. 그래서 지도계획안에서는 입체도형을 다양하게 학습할 수 있는 내용과 좀 더 많은 시간 배정을 통하여 입체도형의 비중을 강화하였다. 도형의 관찰 후 전개도, 겨냥도, 단면도 등의 작도 활동을 통해 입체도형을 평면에서 생각해 보는 계기를 만들었다. 입체도형에서 점, 직선, 평면 등의 소단원은 도형의 관찰 대단원의 입체도형의 관찰 중단원으로 이동하였고, 정다각형에서 다루던 정다면체를 입체도형에서 학습하도록 다면체 다음에 배열하였다. 또한 기존의 입체도형의 겹넓이와 부피 단원을 입체도형의 측정으로 이름을 바꾸었으며 다

루는 소단원도 각기둥, 원기둥의 겹넓이와 부피, 각뿔, 원뿔의 겹넓이와 부피, 구의 겹넓이와 부피 이렇게 구체적인 소단원의 이름을 다면체의 측정, 회전체의 측정으로 바꾸고 다양한 입체도형의 측정에 대해 생각해보고 측정해보는 기회를 제공하였다.

<표 12> 지도계획안과 제 6차 교육과정과의 비교(중학교 1학년)

지도계획안			제6차 교육과정		
대단원	중단원	소단원	대단원	중단원	소단원
도형의 관찰	1. 입체도형의 관찰	§1. 입체도형의 전개도	평면도형	1. 기본도형	§1. 점, 선, 면
		§2. 입체도형의 겨냥도, 단면도			§2. 점과 직선
		§3. 입체도형의 위치관계			§3. 각
		§4. 오일러의 공식			§4. 평행선의 성질
2. 평면도형의 관찰	§1. 단일폐선	2. 다각형		§1. 삼각형	
	§2. 한붓그리기			§2. 다각형	
	§1. 점, 선, 면			§1. 간단한 작도	
평면도형	1. 기본도형	§2. 점과 직선의 위치관계		3. 도형의 작도와 합동	§2. 삼각형의 작도
		§3. 직선과 직선의 위치관계			§3. 도형의 합동
		§4. 평행선의 성질			§4. 삼각형의 합동
		§1. 삼각형			§1. 원과 부채꼴
	2. 다각형	§2. 사각형		4. 원	§2. 원과 직선
		§3. 다각형	§3. 호의 길이와 부채꼴의 넓이		
		§1. 원의 위치관계	§1. 점, 직선, 평면		
	3. 원	§2. 원과 부채꼴	1. 입체도형	§2. 다면체	
		§3. 원과 중심의 자취		§3. 회전체	
		§4. 컴퍼스와 자를 이용한 작도		2. 입체도형의 겹넓이와 부피	§1. 각기둥과 원기둥의 겹넓이와 부피
§5. 반복에 의한 도형 그리기		§2. 각뿔과 원뿔의 겹넓이와 부피			
§1. 다면체		§3. 구의 겹넓이와 부피			
입체도형	1. 입체도형	§2. 정다면체	도형의 관찰	1. 평면도형의 관찰	§1. 단일폐곡선
		§3. 회전체			§2. 꼭지점과 변으로 이루어진 도형
		§1. 다면체의 겹넓이와 부피			§3. 한붓그리기
	2. 입체도형의 측정	§2. 회전체의 겹넓이와 부피		2. 입체도형의 관찰	§1. 입체도형의 내부와 외부
					§2. 오일러의 공식

3) 지도계획안의 시간배당과 탐구형 소프트웨어의 활용정도

탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하학습을 개선하기 위한 목적으로 개발된 지도계획안은 학교 현장에서 활용되어야 의미가 있다. 학교 현장에서 활용되기 위해서, 단원의 시간 수와

활용할 탐구형 소프트웨어의 종류와 활용정도를 제시하였다. (<표 13> 참조)

<표 13> 지도계획안의 시간배당과 소프트웨어의 활용정도(중학교 1학년)

단원명			차시	탐구형 소프트웨어				
대단원	중단원	소단원		종류	활용정도			
도형의 관찰	1. 입체도형의 관찰	§1. 입체도형의 전개도	1~8 < 8 >	Ploy	수업전부			
		§2. 입체도형의 겨냥도, 단면도						
		§3. 입체도형의 위치관계						
		§4. 오일러의 공식						
	2. 평면도형의 관찰	§1. 단일폐선	9~13 < 5 >	Cabri II gsp				
		§2. 한붓그리기						
평면도형	1. 기본도형	§1. 점, 선, 면	1~7 < 7 >	Cabri II gsp	수업전부			
		§2. 점과 직선의 위치관계						
		§3. 직선과 직선의 위치관계						
		§4. 평행선의 성질						
	2. 다각형	§1. 삼각형	8~17 < 10 >					
		§2. 사각형						
		§3. 다각형						
	3. 원	§1. 원의 위치관계	18~28 < 11 >					
		§2. 원과 부채꼴						
		§3. 원과 중심의 자취						
		§4. 컴퍼스와 자를 이용한 작도						
		§5. 반복에 의한 도형 그리기						
	입체도형	1. 입체도형	§1. 다면체			1~7 < 7 >	Ploy, Wingeom Cabri II, gsp	수업전부
			§2. 정다면체					
			§3. 회전체					
2. 입체도형의 측정		§1. 다면체의 측정	8~12 < 5 >					
		§2. 회전체의 측정						

2. 2학년 지도계획안

1) 지도계획안

도형의 합동

① 테셀레이션

§1. 벡터와 평행이동, 회전이동, §2. 테셀레이션이 가능한 도형

② 도형의 합동

§1. 다각형의 합동, §2. 삼각형의 합동조건, §3. 원과 부채꼴의 합동

도형의 답음

1. 도형의 답음

§1. 답음 도형, §2. 답음의 중심과 위치, §3. 삼각형의 답음조건

2. 답음의 응용

§1. 답음 도형의 길이, 넓이, 부피의 비, §2. 실생활의 문제상황에 답음의 성질 적용하기

도형의 성질

① 추측과 증명

§1. 명제와 정리, 추측과 증명, §2. 선분의 수직이등분선의 성질, §3. 각의 이등분선의 성질

② 삼각형의 성질

§1. 이등변삼각형의 성질, §2. 이등변삼각형과 정삼각형과의 관계, §3. 직각삼각형의 성질, §4. 삼각형의 내심과 방심, §5. 삼각형의 외심, §6. 삼각형의 무게 중심과 수심, §7. 삼각형의 중점연결정리, §8. 반복에 의한 새로운 도형 만들기,

③ 사각형의 성질

§1. 여러 가지 사각형 사이의 관계, §2. 평행사변형의 성질과 평행사변형이 되기 위한 조건, §3. 여러 가지 사각형과 대각선과의 관계, §4. 사각형과 중점연결사각형과의 관계, §5. 반복에 의한 새로운 도형 만들기

2) 지도계열안과 제 6차 교육과정과의 비교 분석

지도계열안과 제 6차 교육과정을 비교하여 정리하면, 다음 <표 14>와 같다.

지도계열안의 개발 목적과 방향에서 가장 중요한 것은 형식기하를 학습함에 있어 다양한 작도활동과 조작 및 탐구활동을 통해 성질을 스스로 발견하고 추측하며 증명의 필요성을 인식하여 증명하도록 하는 활동을 통해 비형식(직관)기하와 형식기하의 이원론적 체제를 연결시키는 것이다.

de Villiers(1998)은 '중학교 기하의 미래'라는 논문에서 지난 200년 동안 중학교 기하에서 많은 변화가 있었고 그 중 내용 면에서 결정적인 변화는 프랙탈, 그래프 이론, 변환, 비유클리드 기하 등의 도입을 들고 있다. 특히 변환에 관한 연구가 전체적인 교육과정을 통해 귀중한 뼈대를 형성하며 고등학교에서 대수와 기하를 강력하게 통합시킬 수 있다고 주

<표 14> 지도계획안과 제 6차 교육과정과의 비교(중학교 2학년)

제6차 교육과정			지도계획안		
대단원	중단원	소단원	대단원	중단원	소단원
도형의 성질	1.삼각형의 성질	§1.명제와 정리 §2.이등변삼각형의 성질 §3.직각삼각형의 성질 §4.삼각형과 원	도형의 합동	1.테셀레이션	§1.벡터와 평행이동, 회전이동 §2.테셀레이션이 가능한 도형
	2.사각형의 성질	§1.평행사변형 §2.여러 가지 사각형 §3.평행선과 사각형의 넓이		2.도형의 합동	§1.다각형의 합동 §2.삼각형의 합동조건 §3.원과 부채꼴의 합동
도형의 답음	1.도형의 답음	§1.답은 도형 §2.삼각형의 답음 조건 §3.삼각형의 답음 조건의 활용	도형의 답음	1.도형의 답음	§1.답은 도형 §2.답음의 중심과 위치 §3.삼각형의 답음조건
	2.평행선과 선분의 길이의 비	§1.삼각형과 비 §2.평행선과 비 §3.삼각형의 중점연결정리 §4.삼각형의 무게중심		2.답음의 응용	§1.답은 도형의 길이, 넓이, 부피의 비 §2.실생활의 문제상황에 답음의 성질 적용하기
	3.답음의 응용	§1.답은 도형의 넓이의 비 §2.답음의 응용 §3.입체도형의 답음		1.추측과 증명	§1.명제와 정리, 추측과 증명 §2.선분의 수직이등분선의 성질 §3.각의 이등분선의 성질
			도형의 성질	2.삼각형의 성질	§1.이등변삼각형의 성질 §2.이등변삼각형과 정삼각형과의 관계 §3.직각삼각형의 성질 §4.삼각형의 내심과 방심 §5.삼각형의 외심 §6.삼각형의 무게중심과 수심 §7.삼각형의 중점연결정리 §8.반복에 의한 새로운 도형 만들기
				3.사각형의 성질	§1.여러가지 사각형 사이의 관계 §2.평행사변형의 성질과 평행사변형이 되기 위한 조건 §3.사각형과 대각선과의 관계 §4.사각형과 중점연결사각형과의 관계 §5.반복에 의한 새로운 도형 만들기

장하고 있다. 그리고 초등학교 기하교육과정에 테셀레이션을 도입해야 한다고 주장한다. 변환이나 테셀레이션은 탐구형 소프트웨어를 활용함으로써 중등기하에 도입될 수 있는 주제이고 이 주제들은 형식기하를 다루기 전에 비형식적인 활동을 통해 자연스럽게 형식기하로 연결할 수 있도록 해 준다.

지도계획안은 형식기하의 대단원인 도형의 성질을 학습하기 전에 도형의 합동과 도형의 답음을 먼저 학습하도록 구성하였다. 대단원 V. 도형의 합동에서는 테셀레이션이라는 중단원을 통하여 학생들에게 직접 도형의 합동을 인식하고 도형의 합동 및 삼각형의 합동 조건을 자연스럽게 인식할 수 있도록 배열하였다. 또한 제 6차 교육과정에서 1학년의 내용인 삼각형의 합동조건을 도형의 합동 단원을 만들어 테셀레이션과 함께 대단원으로 중2의 내용으로 구성하였다. 도형의 답음은 도형의 성질 앞에 배치하였으며 특히 답음이라는 단원

은 변환하고 조작하는 활동에 요구되므로 탐구, 조작하는 활동인 도형의 합동 다음에 배열하였다. 기존 제 6차 교육과정에서 도형의 닮음에 있던 평행선과 선분의 길이의 비라는 중단원은 삼각형의 성질에 통합하여 다루도록 배열하였다.

설문분석 결과, 문제점의 하나가 형식기하를 소홀히 다룬다는 것이었다. 이를 보완하기 위하여 형식기하 단원인 도형의 성질에 많은 시간을 배당하였으며 기존에 다루지 않았던 새로운 탐구 주제들을 도입하였다. 특히 각 중단원에 배치된 반복에 의한 새로운 도형 만들기는 프랙탈 기하를 탐구할 수 있게 해준다. 이러한 활동을 통해 그 동안 배운 도형의 성질을 통합하여 복잡하고 활용할 수 있도록 구성하였다.

3) 지도계열안의 시간 배당과 소프트웨어의 활용정도

탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하학습을 개선하기 위한 목적으로 개발된 지도계열안은 학교 현장에서 활용되어야 의미가 있다. 학교 현장에서 활용되기 위하여 지도계열안에 단원의 시간 수와 활용할 탐구형 소프트웨어의 종류와 활용정도를 제시하였다.(〈표 15〉 참조)

3. 3학년 지도계열안

1) 지도계열안

원의 성질

① 원과 직선

§1. 현과 접선의 대칭적인 성질, §2. 두 원의 공통접선과 공통현,

② 원과 각

§1. 중심각과 원주각, §2. 접선과 현, §3. 원과 내접다각형

③ 원과 비례

§1. 원과 비례, §2. 할선과 접선

피타고라스의 정리

① 피타고라스의 정리

§1. 직각삼각형, §2. 피타고라스의 정리, §3. 피타고라스 정리의 역

② 피타고라스 정리의 활용

<표 15> 지도계획안의 시간배당과 소프트웨어의 활용정도(중학교 2학년)

대단원	단원명		차시	탐구형 소프트웨어	
	중단원	소단원		종류	활용 정도
도형의 합동	1.테셀레이션	§1.벡터와 평행이동, 회전이동	1~4 < 3 >	Cabri II gSP	수업전부 학생탐구활동
		§2.테셀레이션이 가능한 도형			
	2.도형의 합동	§1.다각형의 합동	5~9 < 5 >		수업전부 학생탐구활동
§2.삼각형의 합동조건					
§3.원과 부채꼴의 합동					
도형의 닮음	1.도형의 닮음	§1.닮음 도형	1~5 < 5 >		수업전부 학생탐구활동
		§2.닮음의 중심과 위치			
		§3.삼각형의 닮음조건			
	2.닮음의 응용	§1.닮음 도형의 길이, 넓이, 부피의 비	6~10 < 5 >	수업전부 학생탐구활동	
§2.실생활의 문제상황에 닮음의 성질 적용하기					
도형의 성질	1.추측과 증명	§1.명제와 정리, 추측과 증명	1~4 < 4 >	Cabri II gSP	5-10분(도입),교사주 도활동, 또는 학생탐구활동
		§2.선분의 수직이등분선의 성질			
		§3.각의 이등분선의 성질			
	2.삼각형의 성질	§1.이등변삼각형의 성질	5~18 < 14 >		20분(도입, 전개) 학생탐구활동
		§2.이등변삼각형과 정삼각형과의 관계			
		§3.직각삼각형의 성질			
		§4.삼각형의 내심과 방심			
		§5.삼각형의 외심			
		§6.삼각형의 무게중심과 수심			
	§7.삼각형의 중점연결정리	19< 1 >	전부,학생탐구활동		
	§8.반복에 의한 새로운 도형 만들기				
	3.사각형의 성질	§1.여러가지 사각형 사이의 관계	20~28 < 9 >		20분(도입, 전개) 학생탐구활동
		§2.평행사변형의 성질과 평행사변형이 되기 위한 조건			
§3.여러가지 사각형과 대각선과의 관계					
§4.사각형과 중점연결사각형과의 관계					
§5.반복에 의한 새로운 도형 만들기		29< 1 >		전부,학생탐구활동	

§1. 평면도형에서의 활용, §2. 입체도형에서의 활용

③ 다각형의 변환

삼각비

① 삼각비

§1. 삼각비의 뜻, §2. 삼각비의 값, §3. 삼각비 사이의 관계

② 삼각비의 활용

§1. 삼각형의 변의 길이, §2. 삼각형의 넓이

2) 지도계열안과 제 6차 교육과정과의 비교 분석

지도계열안과 제 6차 교육과정을 비교 분석하여 정리하면 <표 16>과 같다.

<표 16> 지도계열안과 제 6차 교육과정의 비교 (중학교 3학년)

지도계열안			제6차 교육과정		
대단원	중단원	소단원	대단원	중단원	소단원
원의 성질	1. 원의 직선	§1. 현과 접선의 대칭적인 성질	피타고라스의 정리	1. 피타고라스의 정리	§1. 피타고라스의 정리
		§2. 두 원의 공통접선과 공통현			§2. 피타고라스의 정리의 역
	2. 원과 각	§1. 중심각과 원주각		2. 피타고라스의 정리의 활용	§1. 평면도형에서의 활용
§2. 접선과 현		§2. 입체도형에서의 활용			
3. 원과 비례	§3. 원과 내접다각형	§1. 원과 비례		§1. 원의 현과 현	
	§1. 원과 비례				§2. 원의 접선
피타고라스의 정리	1. 피타고라스의 정리	§2. 활선과 접선	1. 원과 직선	§3. 삼각형과 원	
		§1. 직각삼각형		§4. 두 원	
				§2. 피타고라스의 정리	§1. 원주각
삼각비	2. 피타고라스의 활용	§3. 피타고라스 정리의 역	2. 원주각	§2. 원과 사각형	
		§1. 평면도형에서의 활용		§3. 접선과 현	
		§2. 입체도형에서의 활용		3. 원과 비례	§1. 원과 비례
삼각비	1. 삼각비	§1. 삼각비의 뜻	3. 원과 비례	§2. 활선과 접선	
		§2. 삼각비의 값		§1. 삼각비	
		§3. 삼각비 사이의 관계		§2. 삼각비의 값	
도형의 변환	2. 삼각비의 활용	§1. 삼각형의 변의 길이	1. 삼각비	§3. 삼각비 사이의 관계	
		§2. 삼각형의 넓이		2. 삼각비의 활용	§1. 삼각형의 변의 길이
		§1. 평행, 닮음이동에 의한 변환			§2. 삼각형의 넓이
도형의 변환	1. 다각형의 변환	§2. 회전, 대칭이동에 의한 변환	삼각비	§1. 변환에 의한 테셀레이션	
		§1. 변환에 의한 테셀레이션		2. 삼각비의 활용	§2. 변환의 합성에 의한 테셀레이션
					§2. 변환의 합성에 의한 테셀레이션

지도계열안과 제 6차 교육과정을 살펴보면, 기하영역은 크게 세 개의 대단원으로 구성되어 있다. 피타고라스의 정리, 원, 삼각비 순서로 배열되었는데 지도계열안은 제 6차 교육과정과 비교하여 원의 성질, 피타고라스의 정리, 삼각비, 도형의 변환 등 네 개의 대단원으로 구성하였다.

원의 성질을 피타고라스의 정리보다 먼저 배열하여 2학년에서 학습한 도형의 성질과 연계하여 학습하고 원의 성질에서 원의 관찰 부분을 1학년으로 이동하여 도형의 관찰 단원에 통합하였고 그 시간에 도형의 변환을 삽입하였다. 이 단원은 다각형의 변환과 테셀레이션이라는 두 개의 중단원으로 구성하였으며 다각형의 변환에서는 평행·닮음이동에 의한 변환과 회전, 대칭이동에 의한 변환이라는 두 개의 소단원으로 구성하였다. 이 단원은 다각형을

가지고 변환을 이용하여 다양한 활동을 할 수 있는 단원이다. 변환에 의한 테셀레이션과 변환을 합성하여 테셀레이션을 하는 소단원으로 구성하였다.

또 피타고라스의 정리에 직각삼각형을 삽입함으로써 직각삼각형에 대한 내용을 다시 한번 복습하고 피타고라스 정리와 삼각비까지 연계하여 학습하도록 구성하였다. 삼각비 단원은 제6차 교육과정과 같은 중단원, 소단원으로 구성하였으며 대단원의 순서만 피타고라스의 정리 다음에 위치하도록 지도계열안을 구성하였다. 3학년의 맨 끝 부분에서 최종 복습단원으로 지금까지 학습한 도형을 변환을 사용하여 활동할 수 있는 도형의 변환 단원을 삽입하여 학생들이 흥미를 가지고 학습할 수 있고 복습하며 활동할 수 있도록 구성하였다.

3) 지도계열안의 시간배당과 탐구형 소프트웨어의 활용정도

기하학습을 개선하기 위한 목적으로 개발된 지도계열안을 학교 현장에서 활용하기 위해, 탐구형 소프트웨어의 종류와 활용정도를 제시하였다. (<표 17> 참조)

IV. 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 예시단원의 개발

본 장에서는 예시단원 초안과 설문분석 결과에 의해 개발 방향을 재설정하고 문제점을 보완하여 최종적인 예시단원을 개발하였다.

1. 예시단원 구성체계 재설정

예시단원 초안 개발 후 설문조사를 통해 제시된 문제점 등을 보완하기 위해 탐구형 소프트웨어의 기능 소개란을 단원의 마지막에 추가하고, 심화탐구에서 실생활과 관련이 있는 문제들을 다루도록 예시단원 구성체계를 재설정하였다.

- ① 학습 목표 제시
- ② 문제상황 제시 : 학생들의 동기와 흥미를 유발할 수 있는 상황이나 문제를 제시한다.
- ③ 작도 및 탐구활동 : 학생들 스스로 작도하고 조작활동을 통해 도형의 성질을 추측하도록 유도하는 발문과 함께 추측한 사실을 기술할 수 있도록 하는 활동으로 구성한다.
- ④ 논의 및 결론 : 소집단활동을 통해 발견된 사실과 추측한 것들을 의사 소통을 통하여 합의된 결론에 도달하도록 한다.
- ⑤ 심화 탐구 : 일반화의 가능성이나 새롭고 관련이 있는 다양한 분야에 탐구 문제나 과

<표 17> 지도계획안의 시간배당과 소프트웨어의 활용정도(중학교 3학년)

단원명			차시	탐구형 소프트웨어	
대단원	중단원	소단원		종류	활용정도
원의 성질	1. 원과 직선	§1. 원과 접선의 대칭적인 성질	1~6	Cabri II GSP	수업전부
		§2. 두 원의 공통접선과 공통현	< 6 >		
	2. 원과 각	§1. 중심각과 원주각	7~15		수업전부
		§2. 접선과 현	< 9 >		
		§3. 원과 내접다각형			
	3. 원과 비례	§1. 원과 비례	16~19		수업전부
§2. 활선과 접선		< 4 >			
피타고라스의 정리	1. 피타고라스의 정리	§1. 직각삼각형	1~7	Cabri II GSP	도입부분
		§2. 피타고라스의 정리	< 7 >		
		§3. 피타고라스 정리의 역			
	2. 피타고라스 정리의 활용	8~12	도입부분		
§2. 입체도형에의 활용	< 5 >				
삼각비	1. 삼각비	§1. 삼각비의 뜻	1~8	Cabri II GSP	도입부분
		§2. 삼각비의 값	< 8 >		
		§3. 삼각비 사이의 관계			
	2. 삼각비의 활용	9~16	도입부분		
§1. 삼각형의 변의 길이	< 8 >				
도형의 변환	1. 다각형의 변환	§1. 평행, 닮음이동에 의한 변환	1~4	Cabri II GSP	수업전부
		§2. 회전, 대칭이동에 의한 변환	< 4 >		
	2. 테셀레이션	§1. 변환에 의한 테셀레이션	5~9		수업전부
		§2. 변환의 합성에 의한 테셀레이션	< 5 >		

제를 제시함으로써 발산적 사고를 할 수 있도록 한다.

⑥ 탐구형 소프트웨어 기능 소개 : 학생들이 탐구형 소프트웨어를 활용할 수 있도록 기능을 소개한다.

2. 예시단원 개발

1) 학년 및 단원명

2학년 도형의 합동 1. 테셀레이션 §3. 테셀레이션이 가능한 도형

2) 단원의 목표

테셀레이션 단원의 목표는 다음과 같다.

① 예술 작품이나 실생활에 사용된 기하학적 문양을 통해 테셀레이션의 개념을 학습한다.

- ② 테셀레이션을 만들기 위한 평행이동과 회전이동 등 변환에 대해 학습한다.
- ③ 테셀레이션의 도구가 될 수 있는 평면 도형에 대해 생각해보고 테셀레이션이 가능한 도형을 일반화한다.
- ④ 테셀레이션이 가능한 도형들을 이용하여 다양한 테셀레이션 작품을 만든다.
- ⑤ 다각형의 합동을 논의하기 위해 삼각형의 합동 조건을 학습한다.
- ⑥ 삼각형 중 특수한 삼각형인 직각삼각형과 이등변 삼각형의 합동조건에 대해 생각해보고 일반화한다.
- ⑦ 삼각형의 합동조건을 이용하여 사각형, 오각형, n각형의 합동에 대해 생각해보고 일반화한다.
- ⑧ 평면도형 중 다각형 뿐 아니라 원과 부채꼴에 대한 합동에 대해 생각해보고 일반화한다.
- ⑨ 평면도형 뿐 아니라 입체도형의 합동에 대해 생각해보고 일반화한다.

3) 단원 선정 이유

도형의 합동은 중학교 기하학습에서 가장 중요하면서도 부담이 되는 단원이기도 하다. 도형의 합동은 형식기하의 연역적 증명의 도구가 되므로 형식기하의 학습을 위해 필수적인 단원이다. 또한 탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하학습에 흥미를 줄 수 있을 뿐 아니라 합동의 개념과 변환의 개념을 동시에 탐구할 수 있는 단원이다. 소단원인 테셀레이션은 탐구형 소프트웨어를 활용하여 흥미를 줄 수 있는 단원으로, 그 중요성은 이미 계열을 개발할 때 밝혔다. 이 단원은 도형의 성질을 탐구하기 전에 자연스럽게 합동의 개념과 변환의 개념을 갖도록 해주며 실생활과 연결하여 학습할 수 있는 주제이고, 도형의 성질의 수학적인 학습뿐 아니라 아름다운 작품을 창조함으로써 미술과도 연결되며, 수학의 아름다움을 느낄 수 있는 주제이므로 개발 단원으로 선정하였다.

4) 단원의 특징

실생활과 예술작품에 존재하는 기하적인 문양을 이용하여, 평면도형의 변환(평행이동과 회전이동)을 통해, 평면도형의 합동 개념을 유도한다. 또한 다각형의 합동에 대한 성질을 발견하고, 평면도형의 중요한 학습 요소인 원과 부채꼴의 합동을 생각해보는 활동을 통해, 입체도형의 합동까지 일반화할 수 있다. 그리고 평면도형을 이용하여 테셀레이션을 만드는 활동을 통해, 합동의 개념을 스스로 확인한다. 결과적으로 기하가 실생활에 많이 활용된다

는 사실을 인식하도록 구성하였다.

5) 단원의 개관

개발 단원은 크게 두 가지로 나누어진다. 첫째, 실생활과 예술작품에 나타나는 기하학적인 문양들을 통해 합동의 개념을 학습한다. 합동의 개념을 학습하면서 평행이동과 회전이동을 학습하고 테셀레이션이 가능한 정다각형과 다각형의 종류를 조사한다. 둘째, 다각형의 합동을 다루기 위해 합동의 기본 공리인 삼각형의 합동조건과 직각삼각형의 합동조건을 학습하고 사각형, 또 다각형의 합동으로 확장하며 다각형이 아닌 원과 부채꼴의 합동에 대해서도 생각하여 사고의 폭을 확장할 수 있도록 한다.

6) 단원의 구성

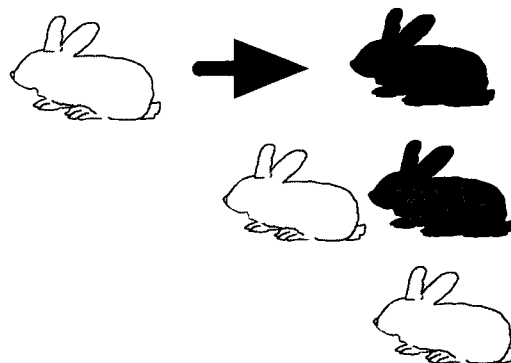
대단원인 도형의 합동에서 중단원인 테셀레이션, 소단원인 테셀레이션이 가능한 도형, 이렇게 세 단계로 구성하였다.

대단원의 도입 부분에서는 도형의 합동에 대한 설명을 실었으며, 중단원의 도입 부분에서는 테셀레이션이라는 생소한 용어를 테셀레이션 작품을 통해 학생들 스스로 정의하도록 하는 탐구활동과 테셀레이션에 관한 설명으로 구성하였다. 소단원인 테셀레이션이 가능한 도형에서는 설정된 단원 구성체계에 따라 내용을 구성하였다.

7) 단원 개발의 예

도형의 합동

1. 테셀레이션

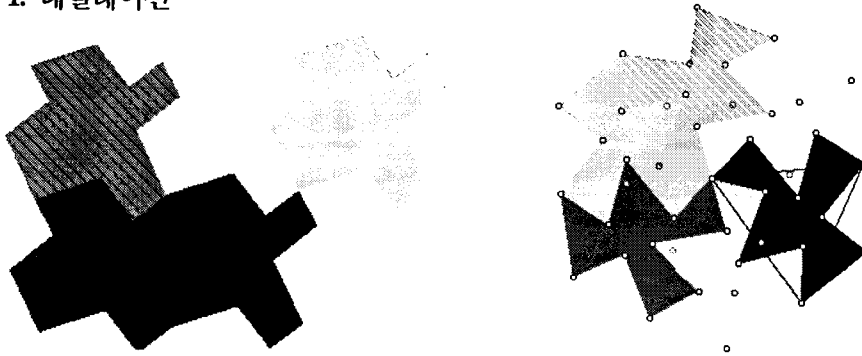


공간을 이루고 있는 모든 사물은 여러 가지 기하학적인 도형으로 표현될 수 있다. 이러한 사물들은 입체도형과 평면도형으로 표현된다. 도형에 의해 표현되는 여러 사물들 중에

모양과 크기가 같은 사물들이 많이 있다. 따라서 이러한 사물을 표현하는 도형도 또한 모양과 크기가 같음을 알 수 있다. 모양과 크기가 같은 두 도형을 합동이라고 한다.

이 단원에서는 생활 주변에서 많이 볼 수 있는 테셀레이션을 통하여 도형의 합동에 대해 관찰하고 도형의 합동을 이용하여 직접 테셀레이션을 만들어 본다. 이러한 활동을 한 후 도형의 합동조건을 확인한다.

1. 테셀레이션



< 예제 > 위의 두 작품은 테셀레이션 활동에 의한 작품이다. 두 작품을 보고 테셀레이션이 무엇인지 생각해 보자.

◆ 위의 두 그림에서 공통점과 차이점을 말해보자.

◆ 두 작품 속에 계속 반복되는 도형이 있다. 계속 반복되는 도형은 어떤 다각형을 변형한 것인지 말해보자.

◆ 하나의 도형을 이동하여 테셀레이션한 것이다. 각각 어떻게 이동하였는지 말해보자.

◆ 테셀레이션이란 무엇일까?

설 명

◆ 테셀레이션이란? ◆

테셀레이션은 마루나 욕실 바닥에 깔려있는 타일이나, 도로에 깔려있는 보도블럭처럼 빈틈이나 겹쳐지는 부분 없이 평면이나 공간을 도형으로 채우는 것을 말한다. 테셀레이션은 라틴어 'tessella'에서 유래된 것으로 고대 로마 모자이크에 사용되었던 작은 정사각형 모양의 돌 또는 타일을 의미한다. 즉 테셀레이션은 '타일 깔기', '모자이크' 와 같은 뜻이다.

◆ 테셀레이션의 의미 ◆

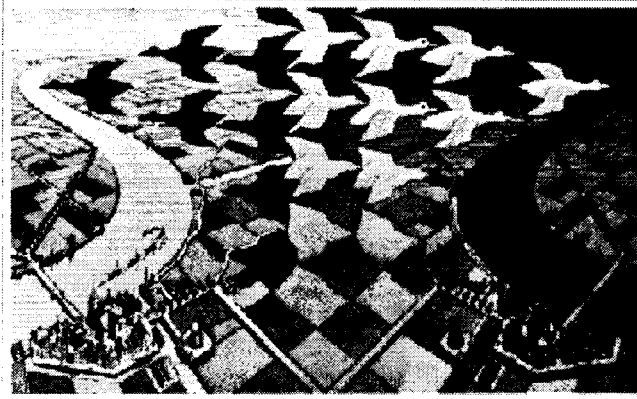
테셀레이션은 기원전 4세기 이슬람 문화의 벽걸이, 용단, 옷, 깔개, 가구, 건축물 등에서 찾아볼 수 있다. 그 후 이집트, 로마, 페르시아, 그리스, 비잔틴, 아리비아, 일본, 중국 등지에서 발견되었으며 특히 한국의 전통 문양에서도 찾아볼 수 있다. 테셀레이션은 현재 일상생활 주변의 거실이나 목욕탕의 타일, 도로의 보도 블록 그리고 상품의 포장지의 문양에서 찾아볼 수 있다. 테셀레이션은 또한 예술작품의 주제로도 많이 활용되고 있다. 이러한 테셀레이션은 우리에게 예술적인 아름다움을 주는 것은 물론 무한한 수학적 개념과 의미를 찾을 수 있게 해준다. 그리고 테셀레이션은 일상생활과 수학을 연결해주는 고리 역할을 하며, 도형의 각의 크기, 대칭과 변환, 합동, 닮음을 학습할 수 있게 해주며, 테셀레이션의 작도 활동을 통해 자연스럽게 도형에 관한 수학적 개념을 학습할 수 있고 수학적 사고력과 창의력 및 수학의 아름다움을 느낄 수 있다.

◆ 테셀레이션과 에셔의 작품 ◆

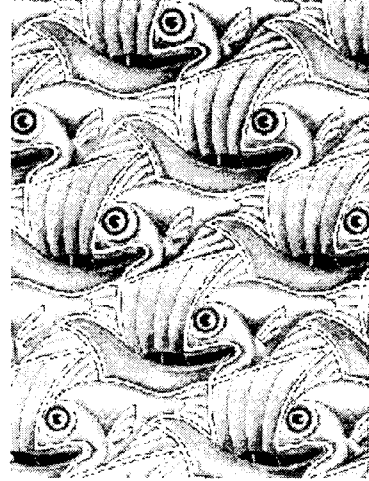
테셀레이션을 이용하여 작품 활동을 활발히 한 예술가 에셔에 의해 테셀레이션에 대한 연구와 응용이 활발해졌다.

에셔(Maurits Cornelius Escher)는 1898년 6월 17일 네덜란드 태생으로 건축학을 공부하다가 1919년에 미술 공부를 시작했다. 1936년 여름 스페인 여행에서 그라나다에 있는 알함브라 궁전의 타일 패턴(테셀레이션)을 스케치하면서 그 감동으로 테셀레이션을 연구하게 되었다. 삼각형이나 사각형 물론 말, 물고기, 도마뱀, 새 등 자연 형상의 테셀레이션을 창조하기 위해 평행이동, 회전, 반사등을 여러 해 동안 연구했다.

에셔는 테셀레이션과 공간 착시, 불가능한 장면의 사실적인 묘사로 1940년대부터 유명해졌고 정다면체를 소재로 한 작품도 만들었다. 에셔는 1972년 네덜란드 힐버섬에서 죽었으며 현재 학자들에 의해 그의 작품을 수학적으로 또 예술적으로 분석하는 작업이 계속되고 있다.



<http://www.worldofescher.com/gallery/DayAndNight.html>



<http://www.worldofescher.com/gallery/SymmetryE72.html>

§3. 테셀레이션이 가능한 도형

- 평행이동을 이용하여 테셀레이션이 가능한 도형을 알아보자.
- 회전이동을 이용하여 테셀레이션이 가능한 도형을 알아보자.

문제 상황

거실을 정다각형을 이용하여 테셀레이션 하려고 한다. 테셀레이션이 가능한 정다각형을 생각해보자.

작도 및 탐구

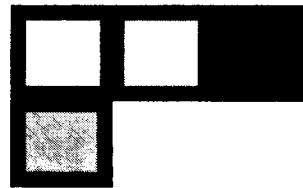
*** 가장 쉬운 정사각형을 이용하여 테셀레이션 해보자 ***

1단계 : 정사각형을 작도한다.

2단계 : 평행이동할 벡터를 작도한다.

3단계 : 정사각형을 벡터에 의해 원하는 개수만큼 평행 이동한다.

4단계 : 정사각형 각각에 색을 칠한다.



- ◆ 우리 주변에서 정사각형을 이용하여 테셀레이션 한 것을 생각나는 대로 말해보자.
- ◆ 정사각형 이외에 테셀레이션할 수 있는 정다각형은 어떤 것이 있을까?
- ◆ 정사각형이 아닌 다른 정다각형으로 테셀레이션 활동을 해보고 테셀레이션이 가능한 정다각형을 확인해보자.
- ◆ 테셀레이션이 가능한 정다각형은 모두 몇가지 종류인가? 이러한 종류의 정다각형만이 테셀레이션이 가능한 이유는 무엇일까?
- ◆ 평행이동에 의해 테셀레이션이 가능한 정다각형은 어떤 것인가?
- ◆ 회전이동에 의해 테셀레이션이 가능한 정다각형은 어떤 것인가?
- ◆ 한 종류의 정다각형이 아니라 여러 종류의 정다각형을 이용하여 테셀레이션 하려고 한다. 어떤 종류의 정다각형이 어떤 규칙으로 테셀레이션 할 수 있을지 설계하고 작도해보아라.
- ◆ 정다각형이 아닌 다각형으로 테셀레이션 하려고 한다. 어떤 다각형을 어떤 이동을 이용하여 테셀레이션 할 수 있는지 설계하고 작도해보아라.

토의 및 결론 짓기

- ◆ 탐구 문제들을 소집단별로 토의해보자.

토의 내용	
-------	--

- ◆ 토의된 내용을 바탕으로 평행이동에 의해 테셀레이션이 가능한 도형과 회전이동에 의해 테셀레이션이 가능한 도형들을 적어보자.

결론 짓기

심화 탐구

◆ 테셀레이션이 가능한 여러 가지 도형들을 이용하여 테셀레이션 작품을 만들어 보자.
(소집단 활동으로 작품 완성 및 평가)

작품 설계

◆ 테셀레이션 작품에 사용된 도형의 성질 및 방법과 원리들을 설명할 수 있도록 적어보
자. (다음 주 이 시간에 작품 발표 준비할 것)

작품 설명

V. 결론

본 연구에서 기하교육을 개선하기 위한 방안으로 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 지도 계획안과 예시단원을 개발하였다. 본 연구를 통해서, 현장 교사들은 기하교육을 개선하기 위한 방안으로, 탐구형 소프트웨어를 활용한 기하수업에 관심이 많음을 알 수 있었다. 그러나 현실적인 문제(컴퓨터실 환경, 소프트웨어의 구입 및 설치 등) 즉 탐구형 소프트웨어를 활용할 수 있는 환경과 수업시간에 활용할 수 있는 자료 부족과 활용 방안에 대한 연수 부족 등의 문제로 인해 어려움을 겪고 있으며, 이러한 문제점들이 개선되기를 원하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 탐구형 소프트웨어를 활용하여 기하교육을 개선하기 위해서는 학교 환경의 개선이 시급하다고 할 수 있다.

본 연구에서 개발한 자료가 현장 수업에 활용되어, 교사와 학생 모두가 기하수업에 대한 흥미를 갖게 함으로써 기하교육의 문제를 개선하는데 도움이 되길 바란다. 또한 탐구형 소프트웨어가 통합된 기하교육과정 개발에 시사점을 제공하기를 바란다.

본 연구와 관련된 지속적인 연구를 위하여 다음 여섯 가지를 제언하고자 한다. 첫째, 설

문 조사에서 분석된 바와 같이, 현실적인 문제 즉 탐구형 소프트웨어를 활용할 수 있는 컴퓨터실 환경(수학 실험실)과 소프트웨어의 문제로, 학교 환경 개선을 통한 수학 실험실 환경의 조성이 필수적이다. 또한 수학 수업에 활용할 수 있는 탐구형 소프트웨어의 문제로, 국내 기술에 의한 탐구형 소프트웨어의 개발에 관한 연구가 시급하다.

둘째, 본 연구는 제6차 교육과정을 기준으로, 탐구형 소프트웨어의 활용한 지도계획안과 예시단원을 개발하였으므로, 제7차 교육과정인 수준별 교육과정에서의 지도계획 개발에 관한 연구가 필요하며 다양한 지도계획의 개발이 필요하다.

셋째, 본 연구에서 개발한 지도계획안과 예시단원은 현직 교사들을 대상으로 워크숍과 설문조사를 통해 반응을 조사한 결과 긍정적인 평가를 받았으나, 학생들에게 투입하여 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다.

넷째, 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 기하학습의 변화에 대한 구체적인 사례연구가 필요하다. 탐구형 소프트웨어를 활용하였을 때, 향상되는 면과 부정적인 측면을 조사하고, 수업에서의 과제제시의 형태나 교사의 역할에 관한 연구가 필요하다.

다섯째, 탐구형 소프트웨어의 활용에 관한 교사 연수와 탐구형 소프트웨어를 활용할 수 있는 다양한 자료의 개발이 필요하다. 현재 학회나 단체에서 탐구형 소프트웨어의 활용에 관한 연수가 활발히 실시되고 있지만 지속적인 연수가 필요하다. 또한 탐구형 소프트웨어를 활용할 수 있는 자료들이 다양하게 개발되어야 하고 이 자료들을 교사들이 쉽게 활용할 수 있도록 구심점이 될 수 있는 기하 센터가 마련되어야 한다.

여섯째, 본 연구는 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 지도계획안과 단원을 개발하여 기하 학습의 변화를 꾀하고 있으나, 정작 평가에 관한 문제를 연구하지 못했다. 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 기하학습의 평가에 관한 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 나귀수(1996). 기하 교육에서 공간적 사고의 중요성에 대한 고찰. 대한수학교육학회 논문집, 6(1), 189-201.
- 류희찬(1991). 수학교육연구. 한국교원대학교.
- 류희찬(1998). 컴퓨터를 활용한 수학교육의 이론과 실제. 대한수학교육학회 수학교육학연구발표대회논문집, 29-43.

- 류희찬, 정보나, 유공주(1998). 캐브리Ⅱ를 활용한 기하교육Ⅱ. 대한수학교육학회 수학교육학연구발표대회논문집, 375-397.
- 신동선, 류희찬(1998). 수학교육과 컴퓨터. 경문사.
- 이성애(1999). 수학 클럽활동 자료 개발 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이정열(1999). Geometer's sketshpad 활용 학습자료 적용을 통한 평면 기하학습의 효과 : 중학교 2학년을 중심으로. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 임근광(1999). 초등 기하 학습에서 CabriⅡ의 활용에 대한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 전영국, 주미(1998). 기하 문제해결에서의 GSP를 활용한 탐구학습의 신장. 대한수학교육학회 수학교육학 연구 발표대회 논문집, 413-427.
- Balacheff, N., & Kaput, J. J.(1996). Computer-based learning environments in mathematics. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & C. Laborde(Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp.469-501). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- de Villiers M.(1998). *The future of secondary school geometry*. Proof Newsletter Mars/Avril 1998.
- Laborde, C.(1993). The computer as part of the learning environment : The case of geometry. In C. Keitel & K. Ruthven(Eds.), *Learning from computer: Mathematics education and technology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Tall, D.(1994). Computer environments for the learning of mathematics. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Straber & B. Winkelmann(Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline*(pp.189-199). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

A Study on the Development of Instruction Sequence in Secondary School Geometry Using Dynamic Software

Lew, Hee-Chan (Korea National University of Education)

Jong, Bo-Na (Chung Buk O Chang Middle School)

The purpose of this study is to develop instruction sequence and teaching units for secondary school geometry using dynamic computer software like CabriII, GSP, Wingeom, Poly.

For this purpose, literature was reviewed on various issues of geometry education and geometry curriculum using dynamic software. By the literature review, instructional sequence for teaching geometry in middle schools was designed. And, based on the newly developed instructional sequence, one sample teaching unit was developed. The basic principles for the development were to connect intuition geometry and formal geometry, and to emphasize students' investigative experience.

Finally, experiment to check out teachers' response to the newly developed material was conducted by using questionnaire.